

METODE ALGORITMA GENETIK UNTUK MENENTUKAN BANK KAPASITOR PADA SISTEM TENAGA LISTRIK

Nurhening Yuniarti, Toto Sukisno
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik, (2) Mengetahui profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik.

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Mesin dan Simulasi Sistem Tenaga Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian Research & Development untuk menghasilkan *listing programming* yang mengimplementasikan metode Algoritma Genetik dalam penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor pada sistem tenaga dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab versi 6.5.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan algoritma genetik (AG) didasarkan atas nilai profil tegangan dan rugi daya reaktif pada masing-masing bus, (2) Profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah injeksi kapasitor bank lebih baik dibandingkan sebelum injeksi kapasitor bank.

Kata kunci: *kapasitor, algoritma genetik, profil tegangan*

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Pendistribusian energi listrik dari pusat ke titik-titik beban, diharapkan mempunyai kualitas yang baik, handal dan aman. Kualitas yang baik ini ditunjukkan dengan nilai tegangan dan frekuensi yang relatif tetap serta faktor daya yang tinggi, sedangkan handal ditunjukkan oleh kontinuitas atau kesinambungan penyaluran yang tetap terjaga dan yang terakhir aman yakni ditunjukkan melalui kemampuan peralatan pengaman yang mampu bekerja sesuai dengan fungsinya.

Pernmasalahan untuk menjaga tegangan (salah satu parameter kualitas kelistrikan) pada batasan yang ditentukan merupakan salah satu persoalan yang sangat rumit jika ditinjau dari titik beban yang sangat kompleks serta jumlah unit pembangkit yang cukup banyak dengan lokasi yang berbeda secara geografis. Akibat beban yang bervariasi daya

reaktif juga memerlukan sistem transmisi yang bervariasi. Di sisi lain, daya reaktif tidak dapat ditransmisikan dalam saluran yang panjang, sehingga kontrol tegangan perlu dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang dipasang pada sistem. Pemilihan yang tepat dan koordinasi peralatan untuk mengontrol daya reaktif dan tegangan merupakan tantangan besar pada sistem tenaga.

Kapasitor paralel dan reaktor paralel, serta kapasitor seri menyediakan kompensasi pasif yang biasanya terhubung secara permanen pada saluran transmisi maupun distribusi. Komponen ini mendukung kontrol tegangan dengan memodifikasi karakteristik jaring. Kapasitor merupakan komponen ini menjadi salah satu alternatif dalam perbaikan stabilitas sistem dan regulasi tegangan.

Permasalahannya, dimana kapasitor harus dipasang? Penentuan lokasi pemasangan kapasitor menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbaikan profil tegangan pada sistem secara optimal. Kompleksitas beban yang semakin meningkat memberikan konsekuensi terhadap kecepatan waktu dalam mengambil keputusan guna menjaga kestabilan dan kontinuitas sistem. Salah satu permasalahan yang membutuhkan kecepatan waktu dan ketepatan pengambilan keputusan adalah penentuan lokasi pemasangan dan ukuran kapasitor yang harus dipasang pada sistem sebagai salah satu komponen yang digunakan untuk menjaga kestabilan dan kontinuitas sistem. Oleh karena itu diperlukan metode yang cepat guna mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang bisa diterapkan (sekaligus bisa memberikan kecepatan dan ketepatan) dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah metode Algoritma Genetik (AG).

2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik?
- b. Bagaimana profil tegangan pada sistem tenaga setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik?

3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan metode Algoritma Genetik.
- b. Mengetahui profit tegangan pada sistem tenaga setelah terpasang kapasitor yang penentuan ukuran dan lokasi pemasangannya menggunakan metode Algoritma Genetik.

4. Manfaat

- a. Bagi dosen, memberikan informasi tambahan tentang pemanfaatan metode Algoritma Genetik dalam bidang sistem tenaga listrik khususnya yang berkaitan dengan persoalan optimasi.
- b. Bagi mahasiswa, memberikan gambaran tentang implementasi teknologi *soft computing* dalam bidang tenaga listrik sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.
- c. Membantu para pelaku di bidang ketenagalistrikan dalam menyelesaikan persoalan perbaikan drop tegangan, pengurangan rugi-rugi daya, dan meminimalisir penggunaan kapasitor (efisiensi).

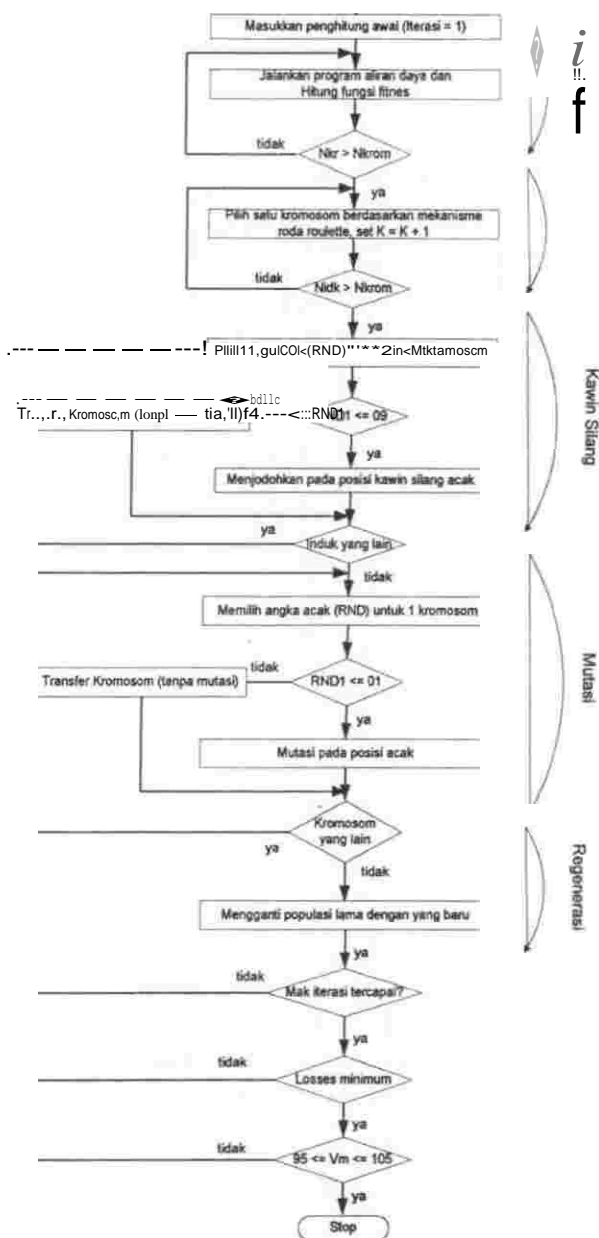
B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Mesin dan Simulasi Sistem Tenaga Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian Research & Development untuk menghasilkan *listing programming* yang mengimplementasikan metode Algoritma Genetik dalam penentuan ukuran dan pemasangan kapasitor pada sistem tenaga dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab versi 6.5.

Tahapan-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur tentang materi yang mendukung tema penelitian
2. Membuat diagram alir (*flowchart*) untuk menentukan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan algoritma genetik.

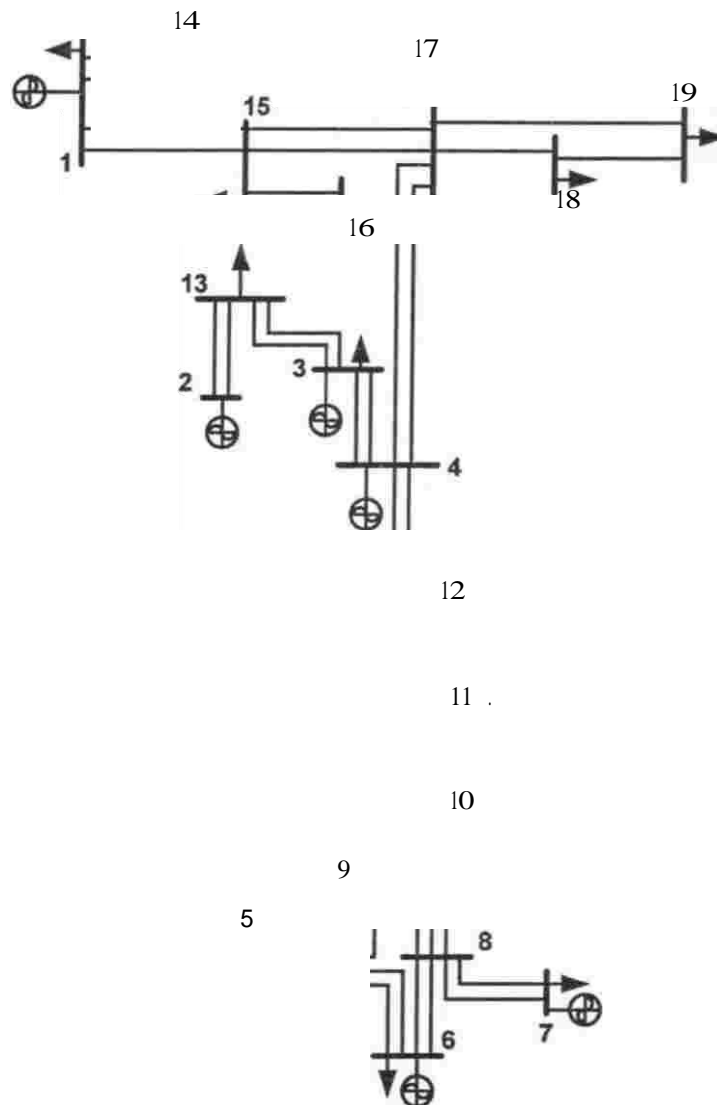
3. Menyusun listing programming untuk menyelesaikan persoalan penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan algoritma genetik.
4. Menguji program yang telah dibuat.
5. Mengevaluasi profil tegangan sistem 19 bus setelah terpasang kapasitor yang ukuran dan lokasi pemasangannya ditentukan dengan menggunakan metode Algoritma Genetik.
6. Membandingkan profil tegangan sistem yang telah terpasang kapasitor yang penentuan lokasi dan ukurannya menggunakan metode algoritma genetik dengan profil tegangan sistem yang pemasangan dan penentuannya menggunakan metode konvensional (*trial and error*).



Gambar I. Algoritma Program Penentuan Ukuran Dan Lokasi Pemasangan Kapasitor Dengan Metode Algoritma Genetik

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Obyek sistem tenaga yang akan digunakan sebagai ujicoba implementasi program ditunjukkan pada gambar 2 dengan data-data sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.



Gambar 2. Topologi Sistem Tenaga Listrik 19 bus

Sistem tenaga pada gambar 2 menggunakan Base MVA:2800 MYA; Base Tegangan: 500 kV. Penggolongan bus dari topologi tersebut adalah: Swing bus : Bus 1; Bus Generator: Bus 2, 3, 4, 5, 6,7; dan Bus Beban: Bus 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,I 8,19. Data sistem di atas ditunjukkan pada tabel I dan tabel 2.

Tabel I. Data Pembangkit dan Pembebanan

Bus No	Jenis	Pembangkit		Konsumsi	
		P(MW)	Q (MVA _r)	P(MW)	Q (MVA _r)
1.	Slack	0	0	13 2	44
2.	Generator	300	0	0	0
3.	Generator	600	0	527	195
4.	Generator	432	0	0	0
5.	Generator	2800	0	609	235
6.	Generator	300	0	104	15
7.	Generator	800	0	187	27
8.	Beban	0	0	787	581
9.	Beban	0	0	424	219
10.	Beban	0	0	213	284
11.	Beban	0	0	406	188
12.	Beban	0	0	718	496
13.	Beban	0	0	513	243
14.	Beban	0	0	551	214
15.	Beban	0	0	497	137
16.	Beban	0	0	569	194
17.	Beban	0	0	419	654
18.	Beban	0	0	427	289
19.	Beban	0	0	477	82

Tabel 2. Data Saluran Transmisi

No	Bus Ke Bus	Panjang <km>	R (Ohm/ km)/ fasa	X (Ohm/ km)/ fasa
1.	1-14	12,48	0,0251	0,2808
2.	1-15	111	0,0293	0,2815
3.	2-13	55	0,0293	0,2788
4.	3-13	44,56	0,0293	0,2815
5.	3-4	25,1	0,0293	0,2815
6.	4-12	37,43	0,0251	0,2808
7.	4-17	80,3	0,0293	0,2815
8.	5-9	410	0,0293	0,2788
9.	5-6	74	0,0251	0,2808
10.	6-8	74	0,0251	0,2808

11.	7-8	22,2	0,0293	0,2788
12.	8-10	251	0,0293	0,2815
13.	9-10	75	0,0293	0,2788
14.	10-11	228,7	0,0293	0,2815
15.	10-12	342,8	0,0293	0,2815
16.	11-12	130	0,0293	0,2815
17.	14-17	116	0,0293	0,2815
18.	15-16	31,9	0,0251	0,2808
19.	15-17	21,3	0,0293	0,2815
20.	17-18	37,92	0,0293	0,2815
21.	17-19	57	0,0293	0,2815
22.	18-19	18	0,0293	0,2815

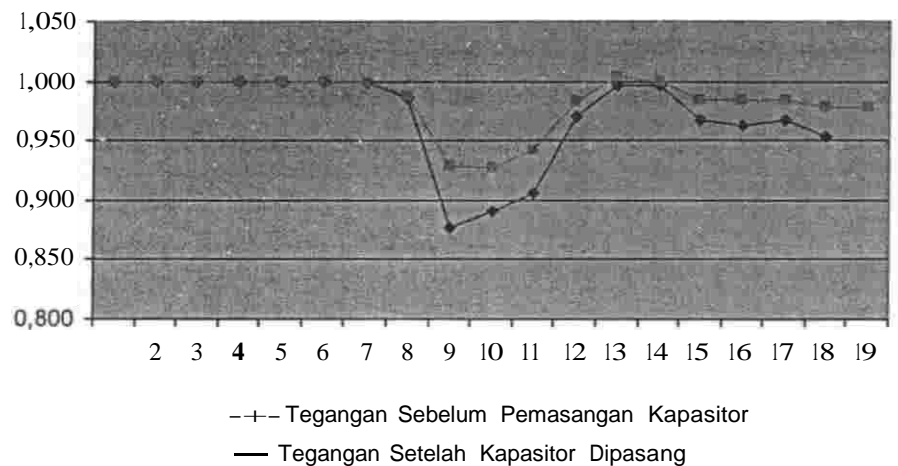
Langkah pertama setelah memperoleh data-data (tabel 1 dan tabel 2) adalah melakukan load flow pada topologi sistem tenaga seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Profil tegangan hasil load flow dari topologi tersebut ditunjukkan pada tabel 3. Selanjutnya, dengan menggunakan Matlab versi 6.5 penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik menghasilkan profil tegangan seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Profil Tegangan Berdasarkan Hasil Load Flow

Bus	Sebelum di pasang Kapasitor Bank		Setelah dipasang Kapasitor Bank	
	Tegangan	Sudut	Tegangan	Sudut
1	1,000	0	1,000	0,000
2	1,000	-3,105	1,000	-2,948
3	1,000	-3,329	1,000	-3,171
4	1,000	-3,214	1,000	-3,056
5	1,000	36,99	1,000	35,396
6	1,000	33,364	1,000	31,803
7	1,000	29,661	1,000	28,144
8	0,985	29,306	0,988	27,775
9	0,876	17,345	0,929	16,134
10	0,890	15,849	0,927	14,783
11	0,906	1,193	0,942	1,084
12	0,971	-2,679	0,983	-2,571
13	0,996	-3,615	1,004	-3,483
14	0,996	-0,433	1,000	-0,446
15	0,967	-4,492	0,984	-4,465
16	0,963	-5,099	0,984	-5,075

17	0,967	-4,625	0,984	-4,584
18	0,954	-5,949	0,978	-5,901
19	0,955	-6,089	0,977	-6,016

Secara umum penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik menghasilkan profil tegangan yang lebih baik dibandingkan sebelum diinjeksi MVAR oleh kapasitor bank. Selain itu, penempatan kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik juga dapat mengurangi rugi daya reaktif. Secara grafts profil tegangan bus sebelum dan sesudah diinjeksi kapasitor bank dengan menggunakan algoritma genetik ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Profil Tegangan masing-masing Bus Sebelum dan Sesudah Diinjeksi Kapasitor Bank

D. KESIMPULAN

1. Penentuan ukuran dan lokasi pemasangan kapasitor dengan menggunakan algoritma genetik (AG) didasarkan atas nilai profil tegangan dan rugi daya reaktif pada masing-masing bus.
2. Profil tegangan pada sistem tenaga listrik setelah diinjeksi kapasitor bank lebih baik dibandingkan sebelum diinjeksi kapasitor bank.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Genetic Server and Genetic Library, available on line at:*
www.neurodimension.com

D.E. Golberg. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.

Davis, Lawrence. (1991). *Hand Book o/GeneticA/gorithm*. New York: Van Nostrand Reinhold.

<http://www.generation5.org>

Mitsuo Gen, Runwei Cheng. (1997). *Genetic Algorithms And Engineering Design*. John Wiley & Sons.

Robandi, Imam. (2006). *Desain Sistem Tenaga Modern*. Yogyakarta: Penerbit Andi

Saadat, Hadi. {1999). *Power System Analysis*. Singapore: McGraw-Hill Co.

DAFTAR MAKALAH
SEMINAR NASIONAL HASIL-HASIL PENELITIAN
TEKNOLOGI, MIPA DAN PENDIDIKAN VOKASI

1	Umi Rochayati	FT UNY	Disain dan Implementasi Modul Digital sebagai Modul Pembelajaran Praktek Elektronika Digital
2	Masduki Zakaria, MT	FT UNY	Algoritma Sistem Cerdas untuk Inovasi Traffic Light Control System
3	Sri Waluyanti	FT UNY	Kooperatif Jigsaw dan Peer Teaching sebagai Model Pembelajaran Mahasiswa Calon Guru
4	Anna Rakhmawati	FMIPA UNY	Uji Aktivitas Selulotik Aspergillus spp yang Diisolasi dari Serat Kelapa Sawit
5	Nurhening Yuniarti	FT UNY	Metode Algoritma Genetik untuk Menentukan Bank Kapasitor pada Sistem Tenaga Listrik
6	Pradoto, MT	FT UNY	Implementasi Teori Belajar Sibemetik untuk Meningkatkan Pembelajaran Matematika Teknik
7	Drs. Sunomo, MT	FT UNY	Kendali Fasa Thyristor dan TRIAC Tanpa Tegangan Eksternal untuk Praktikum Elektronika Daya
8	Drs. Sunomo, MT	FT UNY	Sistem Pensinyalan Transportasi Kereta Api dengan Visualisasi Posisi Menggunakan Teknologi GPS
9	V. Lilik Hariyanto	FT UNY	Peningkatan Kompetensi Belajar Praktik Kerja Batu melalui Model Pembelajaran Portfolio Based Learning (PBL) yang Berbasis Konstruktivistik
10	Nuryadin Eko Raharjo, M.Pd	FT UNY	Aplikasi Software Course Lab.V.2.4. untuk Implementasi Model Pembelajaran Interactive Problem Solving pada Mata Kuliah Matematika
11	Mujiyono, MT	FT UNY	Rekayasa Material Biokomposit dari Sekresi Kutu Lak dan Serat Alami
12	Eli Rohaeti	FMTPA	Efek Minyak Nabati pada Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis dari Polioksietilenglikol400 dan Metilen-4,4'-Difenildiisosiyanat
13	Arianto Leman S	FT UNY	Metode Pengerasan pada Proses Karburising Padat
14	P. Sarjiman	FIP	Pembelajaran Soal Matematika Bentuk Cerita dengan Pendekatan Pemecahan Masalah pada Siswa SD
15	Amat Jaedun	FT UNY	Penerapan Model Pembelajaran Berbasis